

# 中国土壤胶体研究

## III. 褐土胶体的矿物组成\*

許冀泉

褐土广布我国华北地区,常与棕色森林土和浅色草甸土相伴发生<sup>[1,2]</sup>。关于华北地区褐土的发生类型、形成环境、分布规律以及演变过程的研究,已有详细报告<sup>[2]</sup>,本文拟就粘土矿物组成方面阐明褐土的性质,特选出几个土壤剖面,分离其胶体(小于 1 微米)部分,进行矿物组成的研究。

### 一、土壤胶体的化学性质

土壤胶体的化学分析结果列于表 1。二氧化硅和铁铝二三氧化物的分析结果表明,除发育于石英变质岩风化物上的淋溶褐土  $\text{SiO}_2$  含量较高(表层为 41.03%,其他土层为 45—55%)外,其余土壤都在 41—49% 之间。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量变化于 18.4—25.8% 之间。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的含量变化不大,一般在 9—11%,有个别土层低至 8.5% 或高达 12.6%,粘化层  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  较高,可能与粘粒表面氧化铁胶膜的淀积有关。

各剖面中硅铝率和硅铁率变化不大,与苏联塔吉克斯坦的褐土胶体<sup>[3]</sup>相似,比山东省棕色森林土胶体<sup>[5]</sup>的硅铝率(2.6—2.9)和硅铁率(10.3—13.4)较高,说明褐土胶体部分  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的相对含量比棕色森林土为低。硅铁铝率在 2.5—3.1 之间,表明这些土壤中的粘土矿物主要是云泰。 $\text{K}_2\text{O}$  含量为 2.2—3%。如以云泰平均含  $\text{K}_2\text{O}$  6% 计算,那末,这些土壤胶体中云泰含量可高达 35—50%。

褐土胶体阳离子交换量为每百克 45—60 毫克当量,比云泰的阳离子交换量(每百克 10—40 毫克当量)高出很多,表明褐土胶体中除云泰外,还可能含有阳离子交换量较高的粘土矿物,如蛭石、蒙脱石和水铝英石等。浅色草甸土各层土壤胶体的阳离子交换量较低(31—43 毫克当量), $\text{K}_2\text{O}$  含量较高(2.7—3%),表明其中所含云泰较多。

### 二、粘土矿物鉴定

土壤胶体中粘土矿物的鉴定虽较单纯粘土(见图 1)为困难,但将土壤胶体用镁离子饱和,并经甘油化后制成取向薄膜,在 X 射线衍射仪上进行分析,可以得到半定量的结果。根据分析结果(图 2—6)看来,华北平原褐土中的粘土矿物组成十分近似,主要是云泰(10Å),其次为蛭石(14Å)和高岭石(7Å),再次为蒙脱石(18Å)和夹层矿物(11.4Å)。此外,各层中都含有胶体石英(3.35Å),估计约占重量的 4—8%。

所有的差热曲线(图 7—8)都基本上相同,从 550°C 附近的巨大吸热谷显然可以看出

\* 本文第 I、II 两部分分别于 1958 年和 1960 年在土壤学报 6 卷 2 期和 8 卷 2 期上发表。

云泰作为主要粘土矿物而存在。因蛭石、蒙脱、高岭和石英的含量过低,故在差热曲线上看不出其热反应,但是,第一个吸热谷面积较大,这反映了有蒙脱、蛭石或其他亲水性较强的矿物,如非晶质铁铝三氧化物、水铝英石等的存在。至于 200—300℃ 处不大的吸热谷,一般认为这是少量三氧化物矿物(针铁矿和三水铝矿)存在的标志。

表 1 褐土和浅色草甸土的理化性质\*

采集深度 (厘米)	< 1微米 (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	阳离子交换量 (毫克当量/100克)	K <sub>2</sub> O (%)
棕褐土,北京西山三柱香									
0—12	8.42	40.71	20.13	9.76	3.44	11.09	2.62	55.99	—
12—30	22.30	44.15	22.08	10.64	3.39	11.03	2.59	48.86	—
55—80	21.97	44.62	18.79	10.16	3.94	11.67	2.95	44.79	2.34
80—90	15.96	43.50	24.27	9.91	3.04	11.66	2.41	—	—
淋溶褐土,河北丰润磨菇台									
0—18	10.52	41.03	25.12	8.69	2.77	12.53	2.27	55.90	2.24
18—55	20.76	45.35	25.78	10.82	2.98	11.13	2.35	49.90	—
55—84	16.20	51.51	24.21	9.77	3.61	14.01	2.88	49.69	—
84—116	16.76	55.36	23.09	8.45	4.07	17.41	3.29	45.53	2.19
116—154	—	44.92	20.11	10.66	3.79	11.19	2.83	—	—
154—176	—	48.42	22.47	9.23	3.66	13.94	2.89	—	—
176—195	—	46.00	22.49	8.81	3.47	13.87	2.78	—	—
褐土,北京西山一棵松									
0—17	13.94	44.96	23.27	9.23	3.28	12.94	2.62	53.83	2.52
17—25	12.20	—	—	—	—	—	—	54.87	—
25—38	17.15	47.18	20.30	12.58	3.94	9.98	2.82	52.18	—
38—57	7.16	46.64	23.21	9.62	3.41	12.89	2.69	56.11	2.38
57—88	15.83	46.05	21.92	9.82	3.56	12.46	2.78	55.90	—
88—123	14.15	46.22	18.75	10.32	4.18	11.91	3.09	—	—
123—147	—	45.76	18.74	10.32	4.14	11.79	3.06	—	—
147—169	—	44.94	18.40	10.28	4.14	11.61	3.04	—	2.45
草甸褐土,北京西山臥佛寺东									
0—15	9.95	46.11	24.33	9.93	3.22	12.33	2.56	60.04	2.31
15—38	2.89	48.33	25.49	9.98	3.22	12.87	2.57	59.01	—
38—57	8.63	43.30	21.69	10.01	3.39	11.49	2.61	57.97	—
57—85	18.07	45.32	21.32	9.03	3.61	13.33	2.85	56.94	2.64
85—100	—	45.43	23.73	10.37	3.25	11.65	3.05	56.32	—
浅色草甸土,河北束鹿刘家庄									
0—10	14.11	46.55	19.97	9.63	3.95	12.85	3.03	42.55	2.73
10—40	14.45	45.46	19.92	10.43	3.87	11.58	2.92	30.70	—
40—80	15.54	49.27	20.44	10.16	4.08	12.87	3.09	39.50	2.95
80—110	48.51	47.92	21.30	10.85	3.82	11.73	2.86	40.95	—

\* 由本所分析室王兆珍、金淑琳等分析。

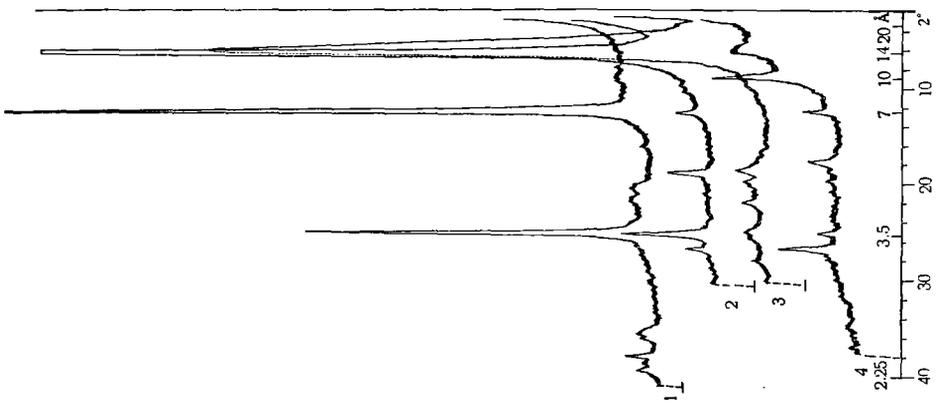


图1 几种纯粘土矿物的X射线衍射谱  
1. 高岭石; 2. 蛭石; 3. 蒙脱石; 4. 云母。



图2 棕壤土胶体的X射线衍射谱  
(北京西山三桂香)

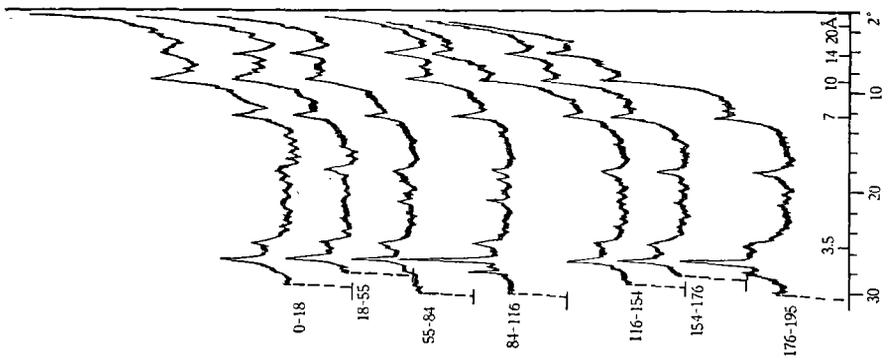


图3 淋脊褐土胶体的X射线衍射谱  
(河北丰润磨菇台)

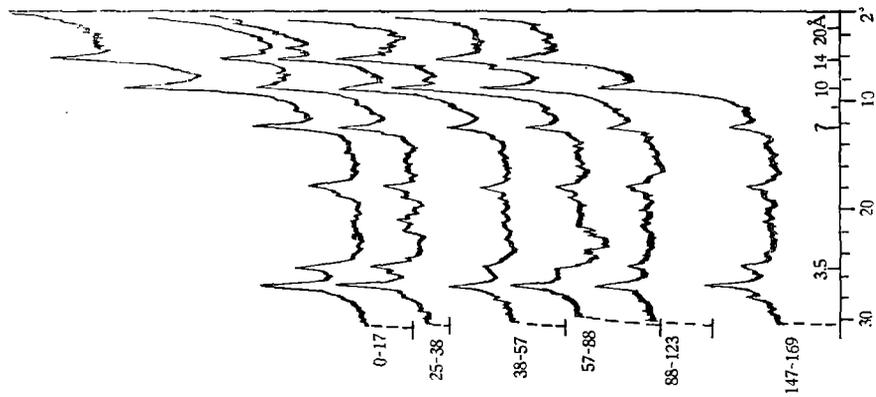


图4 褐土胶体的X射线衍射谱  
(北京西山一棵松)

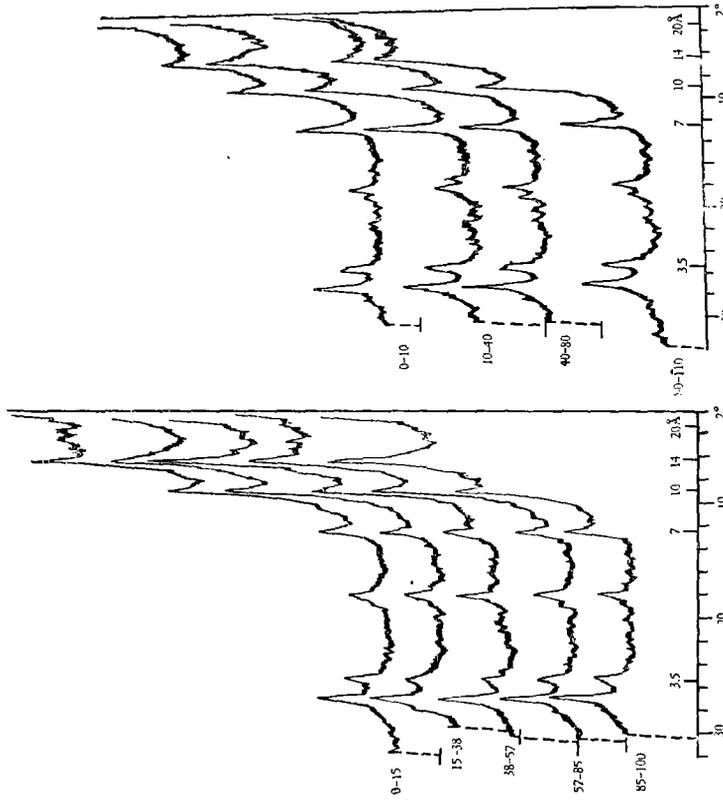


图5 草甸褐土胶体的X射线衍射谱  
(北京西山臥佛寺东)

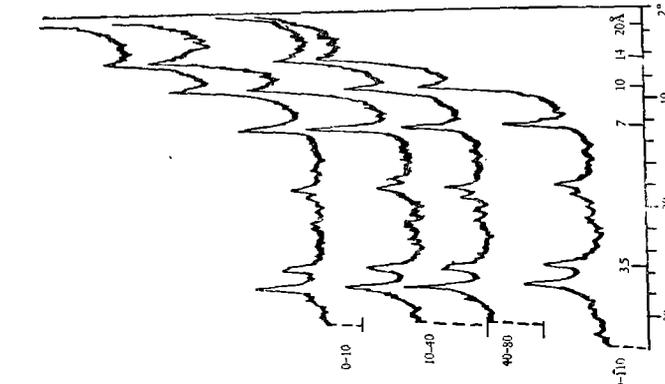


图6 浅色草甸土胶体的X射线衍射谱  
(河北束鹿刘家庄)

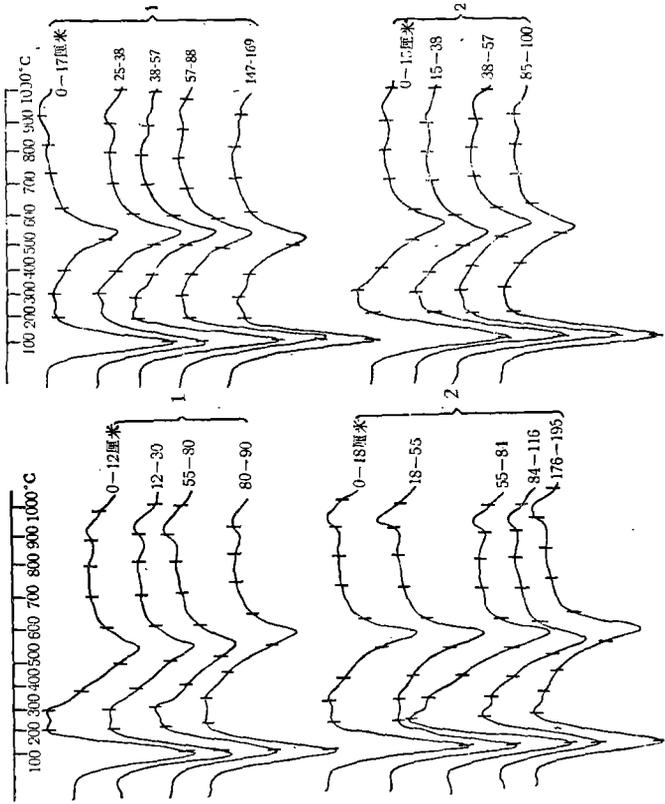


图7 土壤胶体的差热曲线  
1. 棕褐土(北京西山三柱香);  
2. 淋溶褐土(河北丰润蘑菇台)。

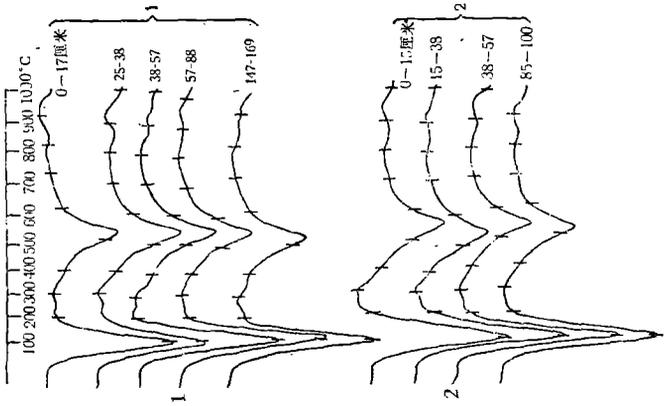


图8 土壤胶体的差热曲线  
1. 褐土(北京西山一棵松);  
2. 草甸褐土(北京西山臥佛寺东)。

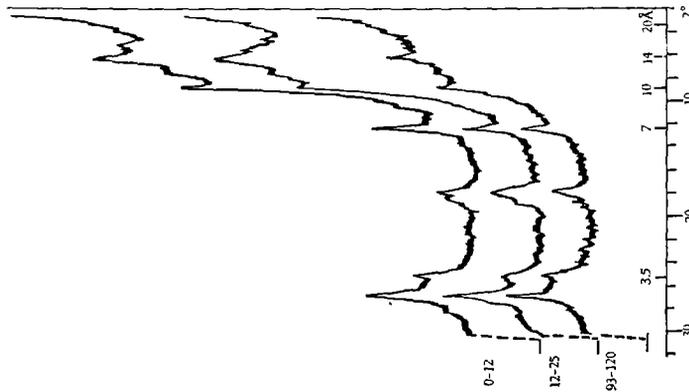


图9 棕礫土胶体的X射线衍射谱  
(河南省南召县北6°东1,000米)

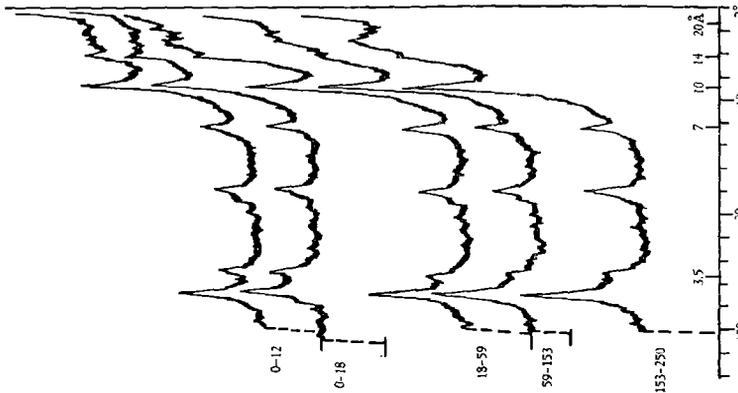


图10 淋溶礫土胶体的X射线衍射谱  
(河南省瀘池县南5°东)

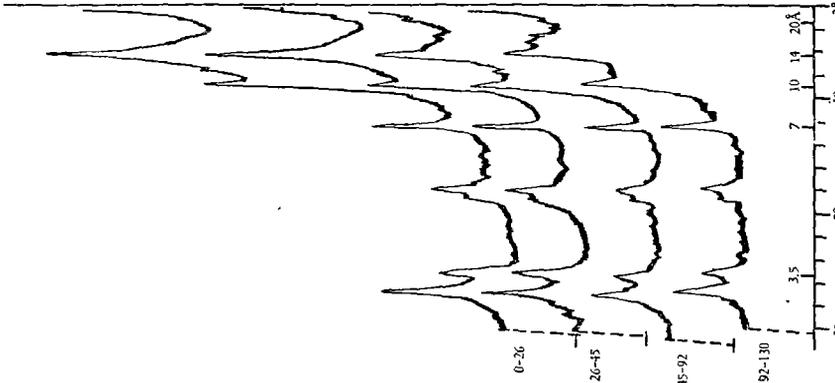


图11 礫土胶体的X射线衍射谱  
(河南省洛阳县本水镇)

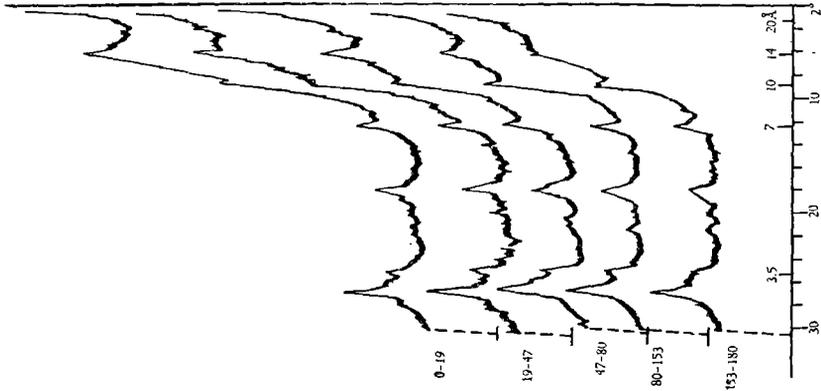


图12 黄礫土胶体的X射线衍射谱  
(河南省南阳县臥龙镇)

与此同时,我們还对河南省黃土性母質上发育的棕褐土、淋溶褐土、褐土和黃褐土的胶体进行了X射綫分析(图9—12)。所得結果亦与华北平原褐土胶体大同小异,蛭石含量随剖面向上增多,甚有規律。

各种土壤之間粘土矿物組成的差异与其母質来源和形成环境有关。发育于石英質变质岩风化物上的淋溶褐土和发育于頁岩上的棕褐土几乎不含蒙脫石,但含有显著的累托-云泰夹层矿物(晶层間距为 $11.4 \text{ \AA}$ )。其余发育于黃土性母質上的土壤則都含有或多或少的蒙脫石,但看不出有夹层矿物的存在。

### 三、討 論

褐土形成于較干旱的气候条件下,淋溶不盛,土壤胶体尚为鈣鎂等盐基所饱和,故粘土矿物在成土过程中的变化不大,还停留在脫鉀阶段<sup>[7]</sup>。云泰晶层間鉀离子被释放可形成蛭石。夹层矿物的产生和蛭石含量随剖面向上增多, $K_2O$ 含量減低可作为脫鉀作用的証据。粘化是褐土的特征之一。从分析結果看来,粘化层的粘土矿物組成没有什么特殊之处,可能粘化作用只是粘粒的移动,不涉及粘土矿物的新生。

黃褐土位于褐土帶的最南端,环境比較湿热,云泰含量显著降低,而蛭石和蒙脫則相应增多(图12)。

綜上所述,我們认为云泰和蛭石是褐土的特征粘土矿物。И. Н. 安吉波夫-卡拉达耶夫<sup>[3]</sup>对塔吉克斯坦山地褐土胶体( $<0.2$ 微米)的研究結果,也同样认为蒙脫和云泰是褐土的主要粘土矿物,与我們的結論是基本上一致的。А. Н. 罗贊諾夫<sup>[6]</sup>和 Н. И. 高尔布諾夫<sup>[4]</sup>认为庫拉-阿拉克斯低地灰褐土的粘土矿物以拜来石化的水云母为主,与以拜来石和蒙脫石为主的灰鈣土和栗鈣土有所不同。

关于褐土的矿物組成,中外学者都研究得不够,今后必須从土壤发生学的观点研究褐土及其相邻土类的粘土矿物組成。

### 四、結 論

褐土胶体的特征是土层間矿物組成变化不大, $Fe_2O_3$ 和 $Al_2O_3$ 移动不甚显著,粘土矿物还停留于脫鉀阶段,以含云泰和蛭石为主。在黃土性母質上形成的褐土与在变质岩风化物上形成的褐土,粘土矿物組成微有不同,前者含有少量蒙脫石,而后者則含有少量 $11.4 \text{ \AA}$ 的夹层矿物。

### 参 考 文 献

- [1] 馬溶之: 1957. 中国土壤的地理分布規律. 土壤学报, 5卷1期, 1—16.
- [2] 熊毅等: 1958. 黄河流域土壤研究: II. 华北平原土壤的发生和演变. 土壤学报, 6卷1期, 25—43.
- [3] Антипов-Каратаев, И. Н.: 1947. О Бурых лесных и коричневых лесных псчвах. Почвоведение, 1947, № 12.
- [4] Горбунов, Н. И.: 1958. Минералогический и химический состав илстой фракции некоторых почв, почвообразующих пород и взвесей рек кура- араксинской низменности. Труды Почв. ин-та АН СССР т. 53. 1958.
- [5] Ковда, В. А.: Очерки природы и почв Китая. Москва, 1959. 柯夫达著(陈恩健等譯): 中国之土壤与自然条件概論. 科学出版社出版, 1960, 北京.

- [6] Розанов, А. Н.: Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности. Почвоведение, 1952, № 12.
- [7] Jackson, M. L., Hseung, Y., Corey, R. B., Evans, E. J. and Vanden Heuvel, R. C.: 1952. Weathering sequence of clay-size minerals in soils and sediments II. Chemical weathering of layer silicates. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. V. 16, № 1, pp. 3—6.

## SOIL COLLOID RESEARCHES

### III. THE MINERALOGICAL CONSTITUENTS OF THE CLAY FRACTION OF DRAB SOILS

Hsu CHI-CHUAN

(ABSTRACT)

The mineralogical constituents of the clay fraction ( $< 1\mu$ ) of drab soils, including brown-drab soils, leached drab soils, typical drab soils, yellowish drab soils, and meadow drab soils were investigated by chemical analysis, cation-exchange capacity determinations, X-ray diffraction and differential thermal analysis. Data of chemical analysis show relatively higher contents of  $Fe_2O_3$  and  $Al_2O_3$  in these soils, as compared with the contents of the brown forest soils. The characteristic clay minerals of the drab soils as shown by X-ray diffraction patterns and thermo-differential curves are illite and vermiculite, with kaolinite and montmorillonite as minor constituents. The amount of vermiculite tends to increase from lower horizons to the upper. The soils possess a silica-sesquioxide ratio of 2.5—3.1,  $K_2O$  content 2.2—2.6%, and cation-exchange capacity 45—60 m.e./100g.

Characteristics of mineralogical constituent of drab soils are closely related to their parent materials and also to their environments of soil formation. Soils developed on the loessal deposits contain montmorillonite, but no interstratified clay minerals, whereas soils developed on the weathering products of metamorphic rocks apparently contain ractorite-illite interstratified clay minerals (11.4 Å).